

Guilherme Silva Possamai

REGISTRO TRIDIMENSIONAL DE FACES COM FINS FORENSES

Uberlândia

2023

Guilherme Silva Possamai

REGISTRO TRIDIMENSIONAL DE FACES COM FINS FORENSES

Trabalho de conclusão de curso
apresentado á Faculdade de
Odontologia da UFU, como
requisito parcial para obtenção
do título de Graduando em
odontologia.

Orientador: Prof. Dr Thiago Leite
Beaini

Uberlândia

2023

Resumo

Este estudo explorou a aplicação da fotogrametria para criar modelos tridimensionais (3D) de faces humanas em configurações de câmera específicas. A metodologia envolveu a captura de imagens de manequins simulando faces humanas, posicionados a diferentes distâncias e ângulos das câmeras. Os dados foram processados utilizando o *software Agisoft Metashape Standard* (Versão 2.0.0) para criar modelos 3D das faces. Os resultados revelaram que a configuração com 60 cm de distância dos manequins e 40 cm entre as câmeras proporcionou os melhores resultados na criação de modelos 3D. Nesse cenário, foi possível capturar 70 imagens em 5 posições diferentes, resultando em modelos 3D de alta qualidade. No entanto, pequenas imperfeições ainda foram observadas em regiões específicas, como o nariz. A aplicação desses modelos tridimensionais foi discutida em contextos forenses e clínicos, destacando seu potencial para melhorar a comparação de imagens em diversas perspectivas. No entanto, o estudo também ressaltou que a qualidade das câmeras de segurança pode afetar negativamente a qualidade dos modelos. Em conclusão, este estudo demonstrou que a fotogrametria pode ser uma ferramenta eficaz para criar modelos 3D de faces humanas em configurações específicas de câmera. Embora ainda haja desafios relacionados à qualidade das imagens, os modelos gerados têm potencial para contribuir significativamente para aplicações forenses, como reconhecimento facial, e na área clínica para registros detalhados de pacientes. A pesquisa futura pode se concentrar em aprimorar ainda mais essa técnica e testá-la em seres humanos para validar sua aplicabilidade prática.

Palavras chaves

Fotogrametria, Odontologia legal, Identificação humana, Reconhecimento Facial.

Abstract

This study explored the application of photogrammetry to create three-dimensional (3D) models of human faces in specific camera settings. The methodology involved capturing images of mannequins simulating human faces positioned at different distances and angles from the cameras. The data were processed using Agisoft Metashape Standard (version 2.0.0) software to create 3D models of the faces. The results revealed that the configuration with a 60 cm distance between the mannequins and 40 cm between the cameras provided the best results in creating 3D models. In this scenario, it was possible to capture 70 images in 5 different positions, resulting in high-quality 3D models. However, small imperfections were still observed in specific regions, such as the nose. The application of these three-dimensional models was discussed in forensic and clinical contexts, highlighting their potential to improve the comparison of images from various perspectives. However, the study also emphasized that the quality of security cameras could negatively affect the quality of the models. In conclusion, this study demonstrated that photogrammetry can be an effective tool for creating 3D models of human faces in specific camera configurations. Despite challenges related to image quality, these models have the potential to significantly contribute to forensic applications, such as facial recognition, and in the clinical field for detailed patient records. Future research may focus on further refining this technique and testing it on humans to validate its practical applicability.

Keyword

Photogrammetry, legal dentistry, Human identification, face recognition

Sumário

Resumo.....	3
Abstract.....	4
1. Introdução	6
2. Métodos	7
2.1 CAPTURA DAS IMAGENS.....	7
2.2 POSIÇÕES DA CABEÇA E DAS CÂMERAS	8
2.3 SEGMENTAÇÃO DAS IMAGENS	8
2.4 PROCESSO DE FOTOGRAMETRIA	9
2.5 Analise dos modelos	10
3. Resultados.....	10
4. Discussão	12
5. Conclusão	14
6. Referências	14

1. Introdução

O reconhecimento facial (RF) é diferente da identificação humana (IH) no âmbito pericial, uma vez que a IH tem uma base científica e compara, objetivamente, com uma característica já registrada anteriormente. O RF segue uma base subjetiva e depende da memória de um observador (1). Este também se enquadra em mecanismos automatizados que usam algoritmos matemáticos, que possui um acervo de dados, para pesquisar de forma rápida uma face que se deseja encontrar (2).

O RF é área de interesse da antropologia física e tem objetivo individualizar pessoas tendo como base fotografias previamente tiradas em duas situações diferentes (1). Esse método vem aumentando em importância na atualidade devido a aplicação cotidiana de câmeras de segurança disponíveis em vários locais em que as pessoas transitam. Isso aumentou a base de dados para comparação de imagens, mas existem restrições severas quanto a esses tipos de fotos como: falta de qualidade desta (1). Por isso, um banco de dados com imagens padronizadas permite que o reconhecimento facial seja mais objetivo e chegue em um resultado mais conciso.

Novas técnicas já permitem a geração de modelos tridimensionais (3D) de indivíduos, contando com múltiplas fotografias para gerar uma análise morfológica do objeto capturado em várias angulações (3). A fotometria facial é a técnica que aplica esse processo, gerando modelos 3D a partir de imagens da face, necessitando que a pessoa capturada permaneça imóvel por um período (3).

A fotogrametria é dividida em duas técnicas, sendo a primeira estereofotogrametria, que consiste em várias câmeras posicionadas em ângulos e alturas diferentes com relação ao objeto, já a segunda técnica, fotogrametria monoscopia, usa apenas uma câmera para capturar fotos em diferentes ângulos e alturas em relação ao objeto. A fotogrametria 3D é muito eficaz para colher dados em cores com uma boa resolução e de forma rápida. (Gallardo et al 2023)

Tais técnicas tem aplicação tanto na área pericial quanto nos campos do diagnóstico e planejamento clínico (1).

Existem alguns métodos que utilizam múltiplas câmeras para realizar o registro em único momento de um indivíduo, capturando assim sua morfologia

sem o viés da manutenção da posição e expressão facial (4). No entanto, muitas das técnicas demandam equipamentos caros e distribuídos de maneira a cobrir uma grande área do corpo do indivíduo capturado (5).

Nesse sentido, este estudo tem objetivo de testar o uso de câmeras de segurança acopladas a um equipamento de recepção a fim de capturar a face de uma pessoa para gerar um modelo 3D que possa ser utilizado com finalidade pericial ou clínica. Secundariamente, objetiva-se testar configurações de posição de câmeras para registro de face, que facilite e agilize a retirada de fotografias para base de dados de reconhecimento fácil.

2. Métodos

Trata-se de um estudo laboratorial transversal que se utiliza de dois manequins representando uma face masculina e uma feminina acopladas a uma cadeira na altura que um indivíduo sentado poderia ser registrado.

2.1 CAPTURA DAS IMAGENS

Ao todo, 14 câmeras da marca foram ligadas a uma central receptora do tipo VCR, por meio de cabos próprios, essa central salva os vídeos individualizados. Cada câmera é posicionada no intuito que centralize a face artificial em uma angulação, de forma que toda a face seja registrada. As imagens são exportadas por meio de um *pen-drive* e importadas para um computador.

A face é rotacionada de modo que as 14 câmeras possam captar imagens em 3 diferentes posições na primeira tomada. Após isso foram usadas 5 posições diferentes.

2.2 POSIÇÕES DA CABEÇA E DAS CÂMERAS

Dois manequins (um masculino e um feminino) pré-fabricados foram posicionados sobre um cano plástico para simular a altura de uma pessoa sentada. Um colete com marcações de dimensões conhecidas e referências fornecidas pelo programa de fotogrametria foi posicionado como se apoiado nos ombros de um indivíduo. Tais marcações auxiliam o programa a identificar a posição da câmera a cada nova imagem.

As câmeras foram posicionadas em três pedestais de modo que nos dois mais externos foram dispostas 4 câmeras e no central foram fixadas 6 câmeras.

A posição e a distância entre os pedestais foram testadas em duas configurações:

- Com 40 centímetros
- Com 20 centímetros.

A distância entre o manequim e as câmeras foi testada em duas configurações:

- Com 40 centímetros
- Com 60 centímetros

Foram usadas duas cabeças de manequim, sendo umas masculina e uma feminina;

Na posição de 40 cm e 20cm de distância entre as câmeras foram testadas 3 posições e angulações da cabeça em relação as câmeras, já com a distância de 40 cm, foram adotadas 5 posições e angulações entre as cabeças e as câmeras.

2.3 SEGMENTAÇÃO DAS IMAGENS

O processo de extrair dos vídeos uma imagem para compor o modelo 3D requer que um operador consiga registrar no mesmo segundo uma imagem de cada câmera. O VCR é capaz de exportar um vídeo individualizado para cada câmera, com contagem de tempo e identificação da câmera.

Um momento da contagem de tempo da gravação é escolhido de forma que se possa buscar imagens em um mesmo segundo em cada câmera. Os vídeos são abertos no programa VLC, que possui um

recurso de exportação e gravação em um arquivo de imagem a partir de um comando de teclas.

Para cada uma das três posições, 14 imagens são exportadas, de modo que ao todo 42 fotografias são segmentadas para cada manequim em determinada posição. Foram tiradas 70 fotos, de cada manequim nas distancias dos pedestais de 40cm e 60cm entre o manequim e os pedestais.

Adicionalmente, na melhor configuração de distância e posição dos pedestais, tomadas com 5 estágios de capturas será testado, totalizado 70 imagens.

2.4 PROCESSO DE FOTOGRAMETRIA

As imagens são importadas no programa Agisoft Metashape Standard (Agisoft, Versão 2.0, Rússia, 2022). Neste um fluxo de trabalho é iniciado com a importação e alinhamento das fotografias, o que permite estimar a posição com que cada imagem foi obtida, em relação ao objeto. Este processo gera uma nuvem esparsa de pontos que dá forma ao objeto 3D criado na forma de um *mesh* (figura 1).

Em alguns casos é necessário aguçar a nitidez das imagens e eliminação do fundo por meio da adição de máscaras. Este é um recurso do programa que retira partes da imagem do processo de identificação de pontos em comum entre as fotografias.

Posteriormente uma nuvem densa de pontos pode ou não ser calculada e o fluxo segue com a produção de um modelo do tipo *Mesh* cuja principal característica é interpolar segmentos entre os pontos, formando triângulos que dão característica “sólida” ao modelo.

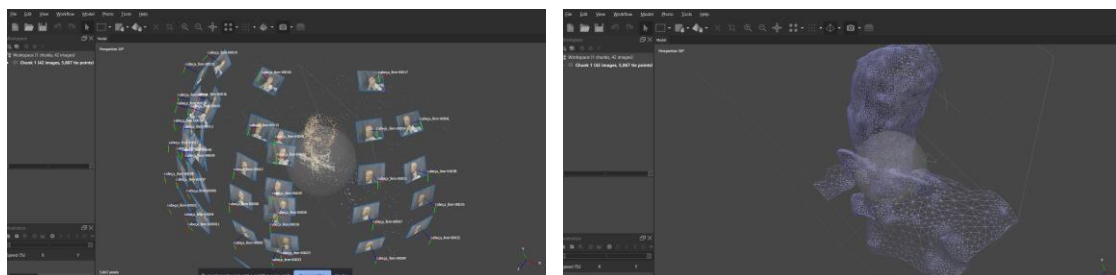


Figura 1. Alinhamento das fotos e construção da nuvem de pontos, convertida em um *Mesh*, que é a base do modelo 3D

Por fim, o modelo recebe uma textura, formada pelas imagens, que lhe conferem cores semelhantes ao objeto escaneado.

2.5 ANÁLISE DOS MODELOS

Os modelos serão avaliados pelos seguintes fatores:

- 1) Sucesso do processo de fotogrametria, se gerou um bom modelo 3D;
- 2) Dispensa de ajustes nas imagens para que o processo seja exitoso;
- 3) Ausência de grandes distorções no modelo final.

O modelo que atingir todas as 3 etapas de êxito, será realizado um novo processo com aumento do número de imagens, conforme descrito anteriormente. O modelo final será comparado ao primeiro nesses mesmos parâmetros.

3. Resultados

Dentre os testes realizados, tanto para o manequim masculino como feminino, apenas com os pedestais a 40 cm de distância e à 60 cm do manequim possibilitaram a produção de bons modelos. Os resultados de cada teste estão

Tabela 1. Resultados dos testes realizados

Dist. Pedestais	Dist. manequins	Sucesso do modelo	Ajustes nas imagens	Distorções
20	40	Não	-	-
20	60	Sim	Sim	Sim
40	40	Não	-	-
40	60	Sim	Não	Não

Conforme descrito, a configuração com melhor resultado foi repetida com maior número de imagens o que aumentou a qualidade do modelo gerado, com o alinhamento de todas as imagens sem necessidade de quaisquer melhorias nas fotografias (fig. 2).

No entanto, pequenas deformações ainda foram observadas pequenas imperfeições na região do nariz.

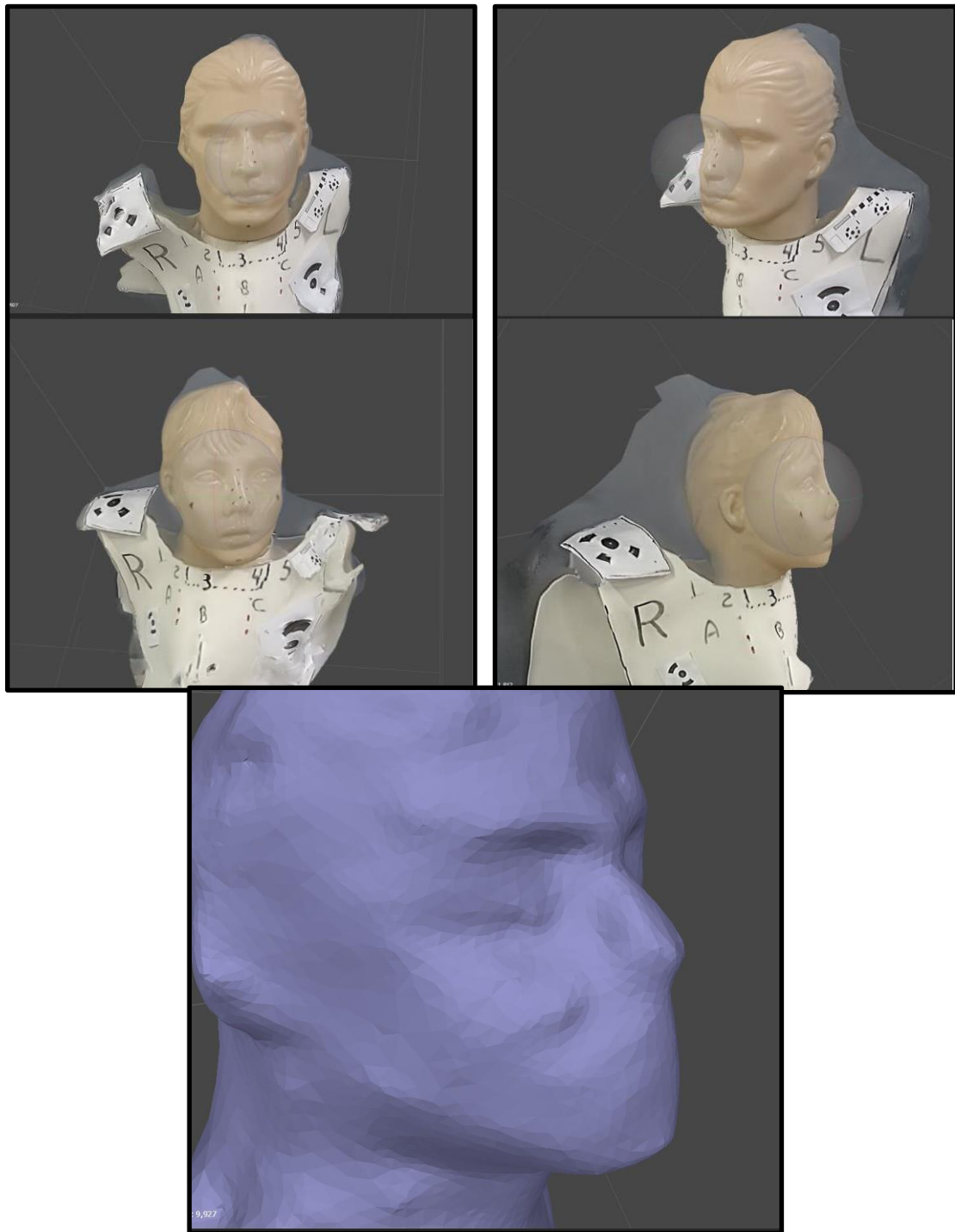


Figura 2. Modelos masculino e feminino com qualidade suficiente para considerar o registro 3D com finalidade de reconhecimento forense. Acima, detalhe do modelo com pequena imperfeição na região inferior do nariz e bochecha direita.

Não houve diferença no resultado dos modelos pelo fator sexo, masculino e feminino, tanto no quesito qualidade quanto na geração dos modelos 3D.

4. Discussão

O objetivo do trabalho foi o de avaliar a possibilidade de obter uma configuração de câmeras de baixo custo, que permitisse obter um modelo 3D de cabeças de manequins, tendo em vista que existem equipamentos muito caros que geram um modelo 3D de corpo inteiro, com várias câmeras de última geração (5).

Com relação ao registro com finalidade de comparação facial para o reconhecimento forense, a desvantagem em usar fotos 2D, pois frequentemente são realizadas em poucas posições (direita, esquerda e frontal). Tal escassez limita e dificulta a comparação de imagens de segurança e análise forense, se observada a angulação e distância das câmeras de segurança em estabelecimentos e vias públicas.

A fotogrametria permite documentar em 3D essas imagens com baixo custo e tem potencial para auxiliar no processo de segurança. A técnica apresenta a possibilidade de fazer comparações em perspectivas diferentes, de acordo com a necessidade do investigador (6).

Além disso, o uso do registro tridimensional ajuda a área pericial, pois ele utiliza uma comparação visual minuciosa seja de imagens ou vídeos de segurança para fazer um relatório morfológico. Eles fazem uma busca morfológica profunda, comparando a face, de região por região, como nariz, boca, olhos, marcas, tatuagens e outros (7). Com o uso do modelo 3D, a comparação de resultados gerados pelo operador é superior, já que a riqueza de detalhes possibilita manusear o modelo para assemelhar e comparar com o registro de um vídeo de uma câmera de segurança.

Foram tiradas fotos de dois modelos diferentes, um manequim masculino e outro feminino, por meio de câmeras montadas em 3 pedestais, totalizando 14 câmeras. Os dois pedestais das direitas e esquerda tinham 4 câmeras cada e o central possuía 6 câmeras. As configurações mais próximas dos manequins não obtiveram sucesso devido ao fato de as câmeras ficarem muito próximas do manequim, não registrando o colete com os marcadores, o que reduziu o número de *tiepoints* da imagem.

Já a segunda configuração, que tinha uma distância dos manequins as câmeras de 60cm e distância de 40 cm entre as câmeras, com 5

angulações diferentes do manequim e o uso de um colete com marcadores, foi a configuração que obteve os melhores resultados para obtenção de um modelo 3D. A captura de 70 imagens em 5 posições também propiciou um melhor resultado no processo, alinhando imediatamente todas as imagens inseridas e gerando um modelo superior no sentido de qualidade. As posições são laterais, girando a cadeira em cerca de 35 graus (fig. 3).

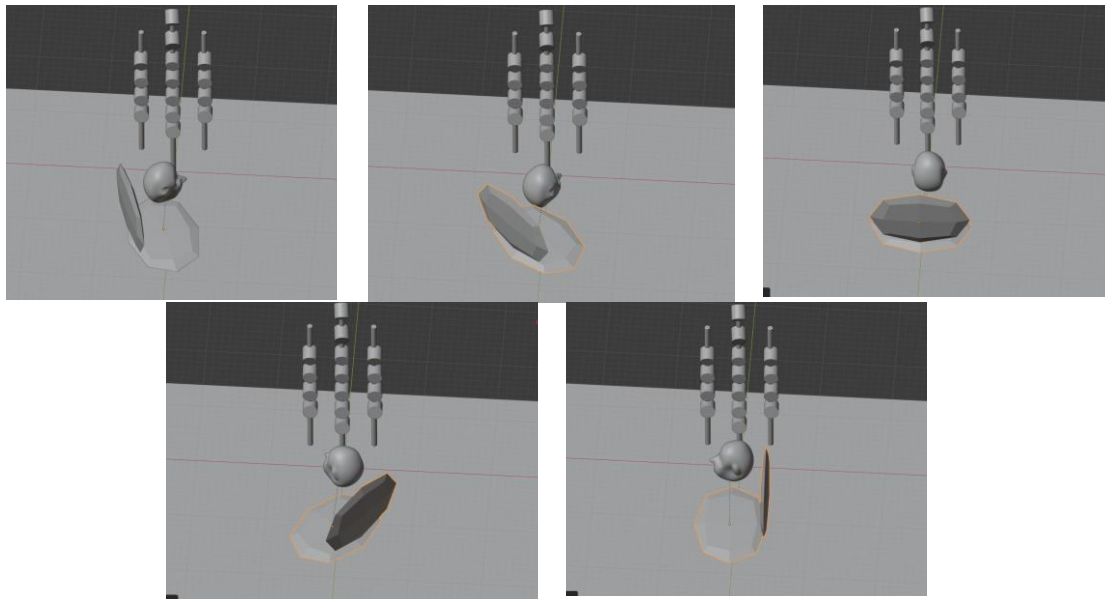


Figura 3. Modelo esquemático das 5 posições finais, com o melhor resultado

Apesar de menos realistas, a utilização dos manequins propiciou testar métodos que podem ser aplicados em humanos posteriormente, dispensando a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa até essa etapa. Além da utilização em sistemas de segurança, a utilização da técnica em ambiente clínico tem potencial de melhorar os registros de pacientes, aumentando a quantidade de informações no prontuário, possibilitando a comparação em várias etapas do tratamento.

No entanto, a qualidade das câmeras de segurança interfere negativamente na qualidade dos modelos, sendo ainda um processo que demanda melhorias e aprimoramento de técnicas. O teste em humanos pode melhorar o desenvolvimento de técnicas, incluindo o teste com outras câmeras.

5. Conclusão

Este estudo proporcionou o teste de configurações diferentes de posição e direcionamento de câmeras de segurança para gerar um modelo 3D de uma face, em ambiente laboratorial. Verifica-se que as melhores posições foram com 14 câmeras, dispostas em 3 pedestais alinhados 40 cm entre si e com 60 cm de distância da face, viabilizou segmentar 70 imagens do indivíduo em 5 posições diferentes. Com essa disposição, foi possível gerar um modelo tridimensional suficiente para o reconhecimento facial de um indivíduo.

A vantagem do uso da fotogrametria, propicia um melhor reconhecimento fácil para o perito, pois o modelo 3D permite olhar o indivíduo em várias posições e configurações.

6. Referencias

1. Oliveira, M. O. D. R., Curi, J. P., Baldasso, R. P., & Beaini, T. L. RECONHECIMENTO FACIAL NA PRÁTICA FORENSE: UMA ANÁLISE DOS DOCUMENTOS DISPONIBILIZADOS PELO FISWG. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 9, n. 1, 2022.
2. Gallardo, Y. N., Salazar-Gamarra, R., Bohner, L., De Oliveira, J. I., Dib, L. L., & Sesma, N. Evaluation of the 3D error of 2 face-scanning systems: An in vitro analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2021.
3. Bacci, N., Houlton, T. M., Briers, N., & Steyn, M. Validation of forensic facial comparison by morphological analysis in photographic and CCTV samples. **International Journal of Legal Medicine**, v. 135, n. 5, p. 1965-1981, 2021
4. Quinto-Sánchez, M., Adhikari, K., Acuña-Alonzo, V., Cintas, C., Silva de Cerqueira, C. C., Ramallo, V., ... & González-José, R. Facial asymmetry and genetic ancestry in Latin American admixed populations. **American journal of physical anthropology**. v. 157, n. 1, p. 58-70, 2015.
5. Leipner, A., Baumeister, R., Thali, M. J., Braun, M., Dobler, E., & Ebert, L. C. Multi-camera system for 3D forensic documentation. **Forensic science international**, v. 261, p. 123-128, 2016.
6. Leipner, A., Obertová, Z., Wermuth, M., Thali, M., Ottiker, T., & Sieberth, T. 3D mug shot—3D head models from photogrammetry for forensic identification. **Forensic science international**, 300, 6-12, 2019.

7. Tome, P., Fierrez, J., Vera-Rodriguez, R., & Ortega-Garcia, J. Combination of face regions in forensic scenarios. ***Journal of forensic sciences***, v. 60, n. 4, p. 1046-1051, 2015.